

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 37 164.4
Anmeldetag: 14. August 2002
Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH,
Stuttgart/DE
Bezeichnung: Brennstoffzellenanlage
IPC: H 01 M 8/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 03. Juli 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Jerofsky

Anmelderin:

Robert Bosch GmbH

Postfach 30 02 20

D-70442 Stuttgart

"Brennstoffzellenanlage"

Die Erfindung betrifft eine Brennstoffzellenanlage mit einer Brennstoffzelleneinheit, einem Brennstoffdruckspeicher zur Speicherung eines mit Speicherdruck beaufschlagten Brennstoffs und einer Druckmindereinheit zur Verminderung des Speicherdrucks auf einen Betriebsdruck nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

Das Interesse an Wasserstoff als Energieträger für die Zukunft hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Vor allem mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzellen kann umweltschonend elektrische Energie und Wärme erzeugt werden. Der Wirkungsgrad von Brennstoffzellen ist nicht durch den Carnot-Prozess begrenzt. Mit entsprechend hohen Wirkungsgraden können beispielsweise fossile Ressourcen geschont und bei der Verwendung von Brennstoffzellen in Fahrzeugen oder Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen reduziert werden.

Mit Brennstoffzellen wird die chemisch gebundene Energie des Wasserstoffs direkt in elektrische Energie umgewandelt, die z.B. bei Fahrzeuganwendungen mit Hilfe eines Elektromotors in mechanische Antriebsenergie überführt werden kann.

Darüber hinaus werden gerade moderne Kraftfahrzeuge in zunehmendem Maß mit einer Vielzahl von elektrischen Verbrauchern ausgestattet, um Zusatzfunktionen zur Verbesserung der Motorsteuerung, des Komforts und/oder der Sicherheit anzubieten. Der sich hieraus ergebende höhere elektrische Energiebedarf kann mittels einer entsprechenden Brennstoffzelle in Kombination mit dem Verbrennungsmotor bzw. dessen sogenannter Lichtmaschine gedeckt werden.

Insbesondere für Fahrzeuganwendungen werden derzeit unter anderem sogenannte PEM-Brennstoffzellen (Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzellen) eingesetzt, bei denen protonenleitende Polymermembranen eingesetzt werden und die gegenwärtig möglichst reinen Wasserstoff als Brennstoff benötigen.

Generell kann Wasserstoff und/oder ein anderer Druckbeaufschlagter Brennstoff wie Erdgas, etc. in Verbrennungsmotoren, insbesondere Hubmotoren, zur Erzeugung mechanischer Antriebsenergie chemisch umgesetzt werden.

Vor allem bei Fahrzeuganwendungen oder anderen Inselsystemen wird der Wasserstoff bzw. der wasserstoffhaltige Brennstoff in Drucktanks gespeichert. Zur Zeit sind entsprechende Druckbehälter für Speicherdrücke von ca. 200 bis 300 bar ausgelegt, wobei mittels neuartiger Kompositmaterialien Speicherdrücke von bis zu 700 bar angestrebt werden.

Neben der Speicherung des Wasserstoffs in Drucktanks wird bei Fahrzeuganwendungen bereits das Verfahren der Reformierung

oder dergleichen von Kohlenwasserstoffen, wie z.B. Benzin oder Diesel, "on board" eingesetzt. Hierbei sind insbesondere zur Verbesserung der Anpassung an Lastwechsel, des Kaltstartverhaltens, bei Betriebsstörungen des Reformierungsprozesses oder dergleichen mit Druck beaufschlagte Wasserstoffspeicher im Einsatz.

Beispielsweise bei der großtechnischen Herstellung von Wasserstoff aus Kohlenwasserstoffen, z.B. durch Dampf oder autotherme Reformierung, steht der Wasserstoff meist bei Drücken zwischen 20 und 40 bar zur Verfügung. Mittels mehrstufiger Kompressoren wird im Allgemeinen der Wasserstoff anschließend auf den Speicherdruck von ca. 300 bar gebracht. Dies ist mit einem Energieeinsatz von mindestens 5 % des gespeicherten Wasserstoffs verbunden. Auch bei anderen Verfahren zur Druckbeaufschlagung des zu speichernden Wasserstoffs wird ein entsprechender Energieeinsatz notwendig, so dass der Gesamtwirkungsgrad der Wasserstoffnutzung, d.h. von der Erzeugung bis zum Gebrauch, entsprechend verringert wird.

Aufgabe und Vorteile der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Brennstoffzellenanlage vorzuschlagen, mit der der Gesamtwirkungsgrad der Anlage gegenüber dem Stand der Technik erhöht wird.

Diese Aufgabe wird, ausgehend von einer Brennstoffzellenanlage der einleitend genannten Art, durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Durch die in den Unteransprüchen genannten Maßnahmen sind vorteilhafte Ausführungen und Weiterbildungen der Erfindung möglich.

Dementsprechend zeichnet sich eine erfindungsgemäße Brennstoffzellenanlage dadurch aus, dass die Druckmindereinheit als Kühlvorrichtung zur Kühlung wenigstens eines Kühlelementes ausgebildet ist.

Mit Hilfe einer entsprechend ausgebildeten Kühlvorrichtung kann in vorteilhafter Weise das bei der Druckminderung erzeugte vergleichsweise niedrigere Temperaturniveau bzw. die Expansionskälte mittels dem Kühlelement zur Kühlung unterschiedlichster Verbraucher bzw. Komponenten der Brennstoffzellenanlage und/oder anderer Anlagen bzw. Räume verwendet werden. Durch Verringerung der parasitären Leistungen (z.B. Kühlerlüfter) erhöht sich in vorteilhafter Weise der System- und Gesamtwirkungsgrad der Anlage, wodurch eine besonders effiziente Nutzung der im Brennstoff enthaltenen Gesamtenergie realisiert wird.

Möglicherweise steht das Kühlelement mit der Druckmindereinheit in thermischem Kontakt. Vorteilhafterweise ist das Kühlelement als Wärmetauscher ausgebildet. Beispielsweise wird die Expansionskälte der Kühlvorrichtung mittels einem Kühlfluid des Kühlelements wie z.B. einer Kühlflüssigkeit oder einem Kühlgas wie z.B. Kühlluft übertragen. Dies ermöglicht eine besonders einfache bzw. vorteilhafte Kühlung eines entsprechenden Verbrauchers bzw. Kühlkomponente insbesondere der Brennstoffzellenanlage.

Vorzugsweise umfasst die Kühlvorrichtung wenigstens zwei Wärmetauscher. Hierdurch wird eine vorteilhafte Kühlung eines Kühlfluids der Kühlvorrichtung mittels einem ersten Wärmetauscher und in bevorzugter Weise mittels einem zweiten Wärmetauscher eines Verbrauchers bzw. einer Kühlkomponente unter anderem der Brennstoffzellenanlage eine Wärmeaufnahme des Kühlfluids und somit Kühlung des Verbrauchers bzw. der Kühlkomponente realisierbar.

In einer besonderen Weiterbildung der Erfindung ist das Kühlelement als Kondensationselement zur Kondensation eines Betriebstoffs vor allem der Brennstoffzellenanlage ausgebildet. Beispielsweise wird Wasserdampf, der auf der Kathodenseite der Brennstoffzelleneinheit entsteht, mittels der Kondensationseinheit bzw. einem Abscheider auskondensiert, so dass vorzugsweise flüssiges Wasser beispielsweise zur Befeuchtung eines bzw. der Eduktströme der Brennstoffzelleneinheit verwendbar ist. Im Allgemeinen wird hierdurch in vorteilhafter Weise ein neutraler Wasserhaushalt der Brennstoffzellenanlage realisierbar. D.h., dass Wasser im normalen Betriebsfall nicht als Betriebsmedium nachgetankt werden muss. Dementsprechend verringert sich insbesondere der Aufwand zum Betreiben der Brennstoffzellenanlage.

Alternativ oder in Kombination hierzu ist das Kühlelement als Klimaanlage zur Klimatisierung eines Raumes ausgebildet. Beispielsweise kann hiermit ein Fahrgastraum eines Fahrzeuges oder wenigstens ein Innenraum eines Gebäudes in vorteilhafter Weise gekühlt werden. Möglicherweise kann eine separate Klimaanlage für entsprechende Räume entfallen oder kleiner dimensioniert werden, wodurch sich der konstruktive sowie wirtschaftliche Aufwand entsprechender Anlagen deutlich reduziert.

Grundsätzlich kann die erfindungsgemäße Kühlvorrichtung als spezieller und/oder separater Kühlkreislauf vor allem mit den vorgenannten Verbrauchern bzw. Komponenten verwirklicht werden. In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung umfasst eine Kühleinheit bzw. der Kühlkreislauf der Brennstoffzellenanlage wenigstens die Kühlvorrichtung. Im Allgemeinen werden derzeit verwendete Brennstoffzelleneinheiten mittels der Kühleinheit der Brennstoffzellenanlage bzw. eines entsprechenden Kühlkreislaufes gekühlt. Häufig werden ca. 50 % der Enthalpie im Stoffzustrom von derzeitigen Brennstoffzelleneinheiten

mittels einem entsprechenden Hauptkühlkreislauf weggekühlt bzw. abtransportiert. Da die Betriebstemperatur einiger Brennstoffzellentypen etwa zwischen 60°C und 90°C liegt, ist die Temperaturdifferenz zur Umgebung relativ klein, wodurch entsprechende Kühler bislang vergleichsweise groß dimensioniert werden müssen. Gemäß der Erfindung kann hingegen ein vergleichsweise geringes Temperaturniveau bzw. eine relativ große Temperaturdifferenz unter Verwendung der Kühlvorrichtung erzeugt und zur Kühlung der Brennstoffzelleneinheit in vorteilhafter Weise verwendet werden.

Vorzugsweise ist wenigstens einer der und/oder ein separater Wärmetauscher an der Brennstoffzelleneinheit angeordnet, der vorteilhafterweise mit dieser in thermischem Kontakt steht. Diese Maßnahme ermöglicht eine besonders einfache Kühlung der Brennstoffzelleneinheit mittels der Kühlvorrichtung. Beispielsweise ist der Wärmetauscher in den Hauptkühlkreislauf der Brennstoffzellenanlage integriert, so dass sich der Aufwand zur Kühlung der Brennstoffzelleneinheit entsprechend verringert. Im Allgemeinen ist der Wärmetauscher der Brennstoffzelleneinheit in Strömungsrichtung hinter der Klimaanlage und/oder dem Wärmetauscher bzw. der Kondensationseinheit zur Kondensation des Betriebsstoffes angeordnet, so dass gewöhnlich die Temperatur der Kondensationseinheit bzw. Klimaanlage das niedrigste Temperaturniveau der Brennstoffzellenanlage aufweist.

Vorteilhafterweise ist die Druckmindereinheit als Ventil, insbesondere Drosselventil, ausgebildet. Diese Ausführungsform ermöglicht eine besonders einfache Verwirklichung der Erfindung.

Ein entsprechend ausgebildetes Drosselventil ermöglicht eine besonders exakte und relativ einfach einzustellende Regelung bzw. Reduzierung des Speicherdrucks auf den Betriebsdruck.

Durch die verhältnismäßig zuverlässige Reduzierung des Speicherdrucks auf den Betriebsdruck wird die Sicherheit der Brennstoffzellenanlage vorteilhaft erhöht.

Vorzugsweise ist die Druckmindereinheit als Strömungsmaschine zur Erzeugung mechanischer Energie ausgebildet. Mit Hilfe dieser Maßnahme wird eine Umwandlung der Druckenergie neben der Erzeugung von Expansionskälte auch in mechanische Energie in vorteilhafter Weise realisierbar. Gegebenenfalls kann die mechanische Energie zur Erfüllung unterschiedlichster Funktionen der Brennstoffzellenanlage oder dergleichen vor allem eines Fahrzeugs, Hausenergieversorgung oder dergleichen eingesetzt werden. Möglicherweise wird ein elektrischer Generator zur Erzeugung elektrischer Energie verwendet. Die hiermit erzeugte elektrische Energie kann für unterschiedlichste Zwecke verwendet werden. Beispielsweise können elektrische Verbraucher eines Fahrzeugs wenigstens teilweise entsprechend betrieben werden.

Vorteilhafterweise weist die Druckmindereinheit einen Verdichter zur Verdichtung eines Betriebsstoffs vor allem der Brennstoffzelleneinheit und/oder der Klimaanlage auf. Mit dieser Ausführungsvariante der Erfindung wird die Druckenergie des Brennstoffs für einen weiteren Betriebsstoff der Brennstoffzellenanlage bzw. Klimaanlage verwertbar.

Generell kann die Druckmindereinheit insbesondere eine oder mehrere Drosselventile und/oder Strömungsmaschinen umfassen. Gegebenenfalls kann auf handelsübliche Komponenten zurückgegriffen werden, wodurch eine besonders wirtschaftlich günstige Ausführungsform der Erfindung realisierbar ist.

Grundsätzlich kann die Druckmindereinheit als einstufige Einheit realisiert werden, d.h. der Speicherdruck wird lediglich in einer Verfahrenstufe auf den Betriebsdruck reduziert. Alternativ kann jedoch in besonderen

Anwendungsfällen auch eine mehrstufige Reduzierung des Speicherdrucks auf den Betriebsdruck verwirklicht werden. Bei der letztgenannte Variante der Erfindung werden in vorteilhafter Weise mehrere, hintereinander geschaltete Expansionsstufen vorgesehen.

Grundsätzlich kann das Drosselventil bzw. die Strömungsmaschine und der Wärmetauscher als weitgehend separate, nebeneinander angeordnete Komponenten oder als eine einzelne, integrierte Baueinheit verwirklicht werden. Bei der letztgenannten Variante der Erfindung ist eine besonders hohe Energieintegration realisierbar.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist wenigstens ein vorzugsweise separater Wärmetauscher zur Erwärmung des Brennstoffs vorgesehen. Beispielsweise kann hiermit eine relativ starke Abkühlung des Brennstoffs durch die Expansion wirkungsvoll verhindert werden bzw. wird der Brennstoff etwa auf Betriebstemperatur der Brennstoffzelleneinheit erwärmt. Möglicherweise ist der separate Wärmetauscher derart ausgebildet, so dass dieser die Abwärme der Brennstoffzelleneinheit, einer Brennkraftmaschine und/oder anderer Wärme erzeugender Komponenten zur Erwärmung des Brennstoffs auf Betriebstemperatur der Brennstoffzelleneinheit verwendet. Möglicherweise kann hierfür auch eine separate Heizeinheit, die beispielsweise einen Betriebsstoff der Anlage verbrennt, verwendet werden.

Vorteilhafterweise ist wenigstens eine Verbrennungskraftmaschine vorgesehen. Mit dieser Maßnahme kann beispielsweise die Brennstoffzellenanlage als sogenannte „APU“ (Auxiliary Power Unit) in einem Fahrzeug ausgebildet werden. In vorteilhafter Weise kann die Verbrennungskraftmaschine als Wärmequelle und/oder als Kältesenke gemäß der Erfindung verwendet werden.

Ausführungsbeispiel:

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird anhand der Figuren nachfolgend näher erläutert.

Im Einzelnen zeigen:

Figur 1 ein schematisches Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Brennstoffzellenanlage und

Figur 2 ein schematisches Blockschaltbild einer weiteren erfindungsgemäßen Brennstoffzellenanlage einschließlich einem Hauptkühlkreislauf.

In Figur 1 ist eine Brennstoffzellenanlage mit einer Brennstoffzelle 1 bzw. einem Brennstoffzellenstack 1 und einem Druckspeicher 2 zur Speicherung des mit Druck beaufschlagten Wasserstoffs dargestellt. Beispielsweise handelt es sich bei der Brennstoffzelle 1 um eine PEM-Brennstoffzelle 1, die anodenseitig mit Wasserstoff aus dem Druckspeicher 2 versorgt wird. Der Brennstoffzelle 1 wird zusätzlich Luft 7 als Betriebsstoff zugeführt.

Durch die elektrochemische Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff entsteht auf der Kathodenseite ein wasserangereicherter Luftstrom. Für eine neutrale Wasserbilanz, d.h. Wasser 3 muss als Betriebsstoff nicht getankt werden, kann das entstehende, ausströmende Wasser 3 mittels einem Abscheider 5 wieder auskondensiert werden und steht für die Befeuchtung der Membran zur Verfügung.

Gemäß der Erfindung wird die durch die Expansion erzeugte Kälte mittels einem Wärmetauscher WT1 und dem Abscheider 5 zur Kondensation des Wassers 3 verwendet.

In Figur 1 wird verdeutlicht, dass der Speicherdruck des Druckspeichers 2 mittels einem Drosselventil 4 und/oder einer Turbine oder dergleichen auf den Betriebsdruck der Brennstoffzelle 1 reduziert wird. Hierdurch erfolgt eine Expansion des Brennstoffs, wodurch sich dieser von einer Umgebungstemperatur T1 auf eine sehr niedrige Temperatur T2, z.B. bis zu -100°C , abkühlen kann.

Die Expansionskälte kann vorzugsweise über ein geeignetes Kältemittel bzw. dem Wärmetauscher WT1 und/oder mittels thermischem Kontakt dem Wasserabscheider 5 oder dergleichen direkt zugeführt werden.

Beispielsweise kann die Drossel 4 neben dem Wärmetauscher WT1 angeordnet werden. Gemäß Figur 2 kann in einer alternativen Ausführungsform die Drossel 4 und der Wärmetauscher WT1 als eine insbesondere weitgehend geschlossene Baueinheit 10 realisiert werden, wobei beispielsweise die Drossel 4 von einem Kühlmedium umströmt wird.

Möglicherweise wird eine Temperatur T3 in Strömungsrichtung hinter dem Wärmetauscher WT1 unterhalb der Betriebstemperatur der Brennstoffzelle 1 liegen, so dass ein optional vorzusehender separater Wärmetauscher WT2 zur Erwärmung des Brennstoffs der Brennstoffzelle 1 verwendet werden kann. Dieser WT2 steht insbesondere in thermischem Kontakt mit der Brennstoffzelle 1, wodurch deren Abwärme in vorteilhafter Weise nutzbar wird. Durch Verringerung der über den Hauptkühlkreislauf abzuführenden Wärme erhöht sich auch der Gesamtwirkungsgrad der Anlage.

Ein lediglich in Figur 1 nicht näher dargestellter Hauptkühlkreislauf 8 der Brennstoffzelle 1 kann gemäß der Erfindung etwas kleiner dimensioniert werden, was den gesamten, konstruktiven Aufwand entsprechend reduziert.

Das Kühlmedium des Kühlkreislaufs 6 gemäß Figur 1 weist beispielsweise eine Temperatur zwischen 60°C und 90°C auf. Die Temperatur im Abscheider 5 liegt bei ca. 40°C bis 60°C. Die Betriebstemperatur der Brennstoffzelle 1 kann im Bereich zwischen 70°C und 80°C liegen.

Ein Kühlkreislauf 6 umfasst im Wesentlichen den Wärmetauscher WT1 und den Abscheider 5.

In Figur 2 sind vergleichbare Elemente mit gleichen Bezugszeichen wie in Figur 1 dargestellt. Im Unterschied zur Figur 1 ist in Figur 2 jedoch ein Hauptkühlkreislauf 8 dargestellt, der insbesondere einen Kühler 9, inklusive Kühlerlüfter, sowie den Wärmetauscher WT1, den Abscheider 5 und einen separaten Wärmetauscher WT3 umfasst. Der optional vorzusehende Wärmetauscher WT2 ist in Figur 2 nicht dargestellt.

Ohne nähere Darstellung kann ein Hauptkühlkreislauf 8 für die Anlage gemäß Figur 1 einschließlich einem entsprechend nicht näher dargestellten Wärmetauscher WT3 zur Kühlung der Brennstoffzelle 1 verwendet werden.

Die durch den gegebenenfalls herkömmlichen Kühler 9 erzielte Kühlmitteltemperatur von ca. 60°C wird gemäß Figur 2 durch den Wärmetauscher WT1 weiter abgekühlt. Das möglicherweise weiter abgekühlte Kühlmedium dient vor allem zunächst zur Kühlung des Wasserabscheiders 5, wobei das Kühlmedium hier eine Temperatur von ca. 50°C aufweisen kann. Der Abscheider 5 besitzt im Allgemeinen die niedrigste Temperatur im System.

In Strömungsrichtung hinter dem Abscheider 5 dient das Kühlmedium zur Kühlung der Brennstoffzelle 1 mittels dem Wärmetauscher WT3. Die Betriebstemperatur der Brennstoffzelle liegt bei ca. 70°C bis 80°C. Das Temperaturniveau des Kühlmediums liegt etwas höher als im Abscheider 5, die abzutransportierende Wärme ist jedoch deutlich größer als im Abscheider 5. Anschließend wird das Kühlmedium zum Kühler 9 des Hauptkühlkreislaufts 8 weitergeleitet.

Gemäß der dargestellten Variante wird eine neutrale Wasserbilanz der Brennstoffzellenanlage einfacher als beim Stand der Technik realisierbar. Darüber hinaus kann die Dimensionierung des Hauptkühlkreislaufts 8 reduziert werden. Hierdurch verringert sich die Baugröße sowie die mit der Kühlung des Systems im Zusammenhang stehende parasitäre Leistung, z.B. vom Kühlerlüfter, von der Kühlmittelpumpe, usw.

In nicht näher dargestellter Weise wird mittels der Brennstoffzelle 1 elektrische Energie beispielsweise für einen Elektromotor eines Fahrzeugs erzeugt. Alternativ kann eine Brennstoffzellenanlage gemäß der Erfindung auch bei stationären Systemen, z.B. Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen oder dergleichen, verwendet werden.

Ebenfalls in nicht näher dargestellter Weise kann alternativ oder in Kombination zum Abscheider 5 die Expansionskälte mittels dem Wärmetauscher WT1 zur Unterstützung bzw. Realisierung der Klimatisierung eines Fahrgastraumes oder eines Gebäuderaumes verwendet werden, wodurch wiederum entsprechend parasitäre Lasten durch einen Klimakompressor reduziert werden können.

Alternativ zur Drossel 4 kann auch zur Druckminderung eine möglicherweise mehrstufige Turbine oder dergleichen vorgesehen werden, die einen Teil der Druckenergie in

nutzbare mechanische Energie umwandelt. Die Abkühlung des expandierenden Brennstoffes bzw. Gases und die zur Verfügung stehende Kälte ist entsprechend geringer.

Generell kann neben einem wasserstoffhaltigen auch andere, gasförmige Brennstoffe bzw. Kraftstoffe wie z.B. Erdgas oder dergleichen verwendet werden.

Weiterhin kann beispielsweise für eine Verbrennungskraftmaschine mit einem Brennstoffdruckspeicher zur Speicherung eines mit Speicherdruck beaufschlagten Brennstoffs und einer Druckmindereinheit zur Verminderung des Speicherdrucks auf einen Betriebsdruck die Druckmindereinheit als Kühlvorrichtung zur Kühlung wenigstens eines Kühlelementes ausgebildet werden.

Ansprüche:

1. Brennstoffzellenanlage mit einer Brennstoffzelleneinheit (1), einem Brennstoffdruckspeicher (2) zur Speicherung eines mit Speicherdruck beaufschlagten Brennstoffs und einer Druckmindereinheit (4) zur Verminderung des Speicherdrucks auf einen Betriebsdruck, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckmindereinheit (4) als Kühlvorrichtung (4, 10, WT1) zur Kühlung wenigstens eines Kühlelementes (5) ausgebildet ist.
2. Brennstoffzellenanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlelement (5) als Wärmetauscher (5) ausgebildet ist.
3. Brennstoffzellenanlage nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlvorrichtung (4, 10) wenigstens zwei Wärmetauscher (5, WT1, WT3) umfasst.
4. Brennstoffzellenanlage nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlelement (5) als Kondensationseinheit (5) zur Kondensation eines Betriebsstoffes ausgebildet ist.
5. Brennstoffzellenanlage nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlelement (5) als Klimaanlage zur Klimatisierung eines Raumes ausgebildet ist.
6. Brennstoffzellenanlage nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kühleinheit (8) der Brennstoffzellenanlage wenigstens die Kühlvorrichtung (4, 10) umfasst.
7. Brennstoffzellenanlage nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein

Wärmetauscher (WT2, WT3) an der Brennstoffzelleneinheit (1) angeordnet ist.

8. Brennstoffzellenanlage nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckmindereinheit (4) als Drosselventil (4) ausgebildet ist.

9. Brennstoffzellenanlage nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckmindereinheit (4) als Strömungsmaschine zur Erzeugung mechanischer Energie ausgebildet ist.

10. Brennstoffzellenanlage nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein separater Wärmetauscher (WT2) zur Erwärmung des Brennstoffs vorgesehen ist.

11. Brennstoffzellenanlage nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der separate Wärmetauscher (WT2) zur Nutzung von Abwärme der Brennstoffzelleneinheit (1) ausgebildet ist.

12. Brennstoffzellenanlage nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Verbrennungskraftmaschine vorgesehen ist.

13. Energieeinheit zur Erzeugung elektrischer und/oder thermischer Energie mit einer Brennstoffzellenanlage, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstoffzellenanlage nach einem der vorgenannten Ansprüche ausgebildet ist.

14. Fahrzeug mit einer Brennstoffzellenanlage, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstoffzellenanlage nach einem der vorgenannten Ansprüche ausgebildet ist.

Zusammenfassung:

Es wird eine Brennstoffzellenanlage mit einer Brennstoffzelleneinheit (1), einem Brennstoffdruckspeicher (2) zur Speicherung eines mit Speicherdruck beaufschlagten Brennstoffs und einer Druckmindereinheit (4) zur Verminderung des Speicherdrucks auf einen Betriebsdruck vorgeschlagen, mit der der Gesamtwirkungsgrad der Anlage gegenüber dem Stand der Technik erhöht wird. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass die Druckmindereinheit (4) als Kühlvorrichtung (4, WT1) zur Kühlung wenigstens eines Kühlelementes (5) ausgebildet ist.

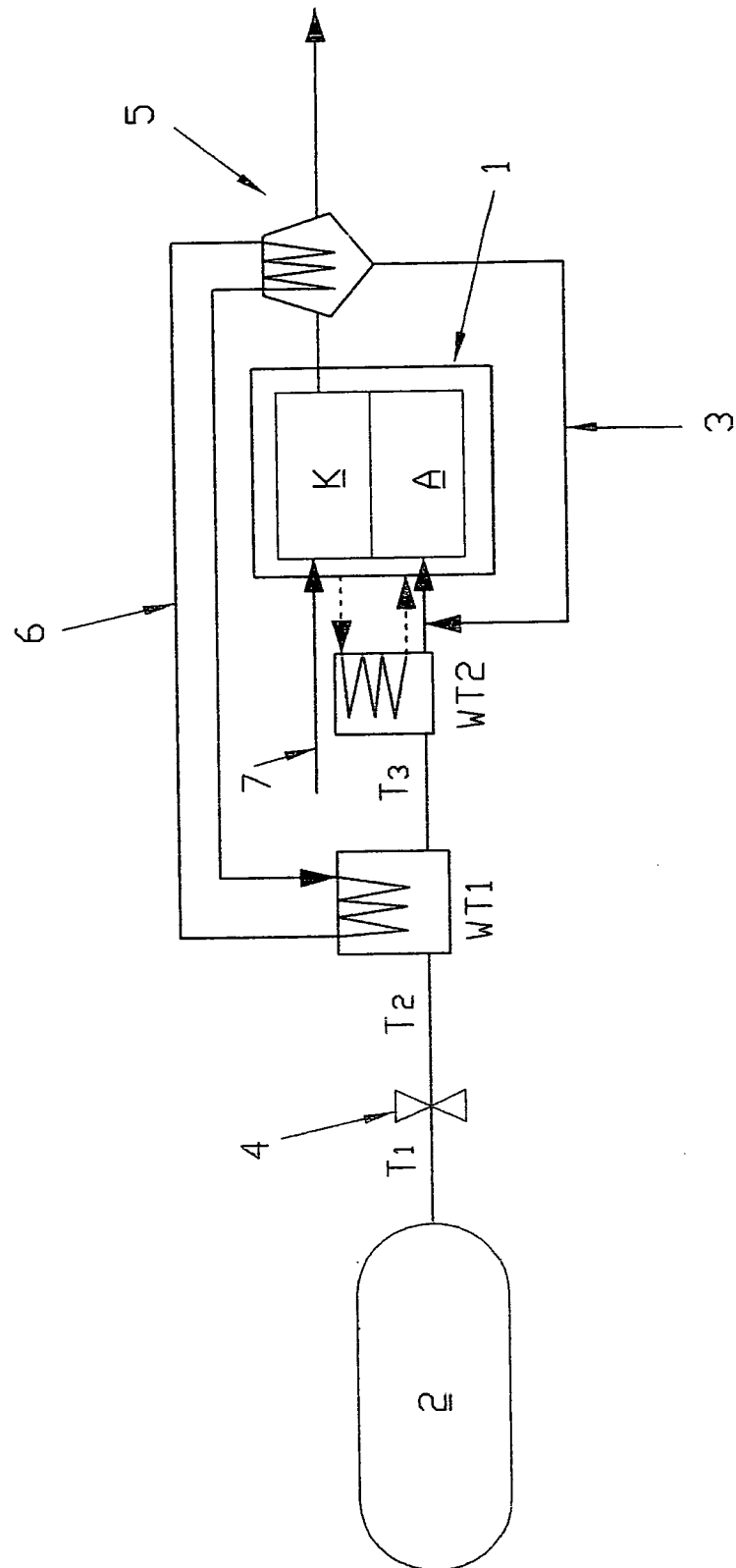


Fig. 1

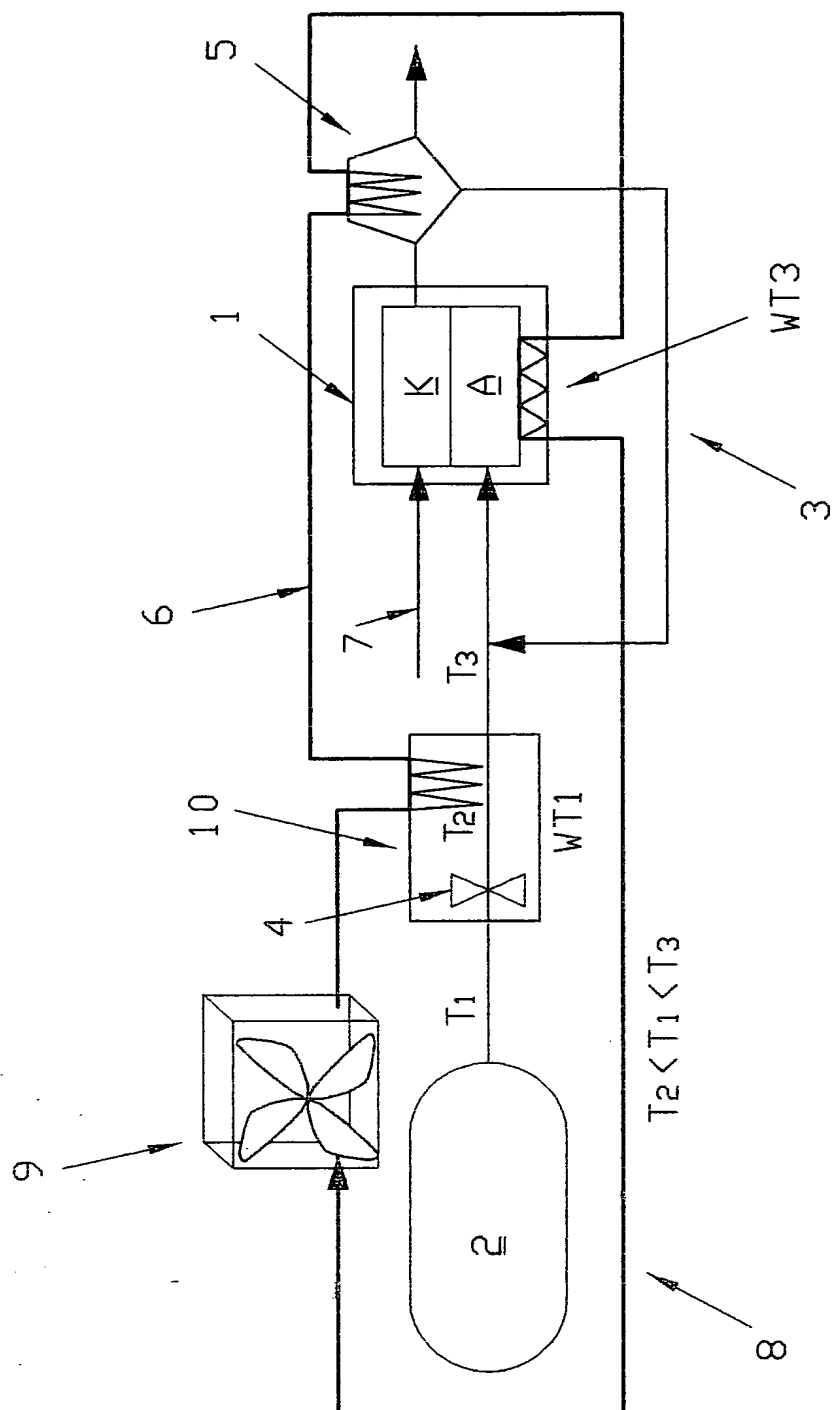


Fig. 2